

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-237255

(43)Date of publication of application : 09.09.1997

(51)Int.Cl.

G06F 15/16

G06F 15/16

G06F 9/46

(21)Application number : 08-043518

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 29.02.1996

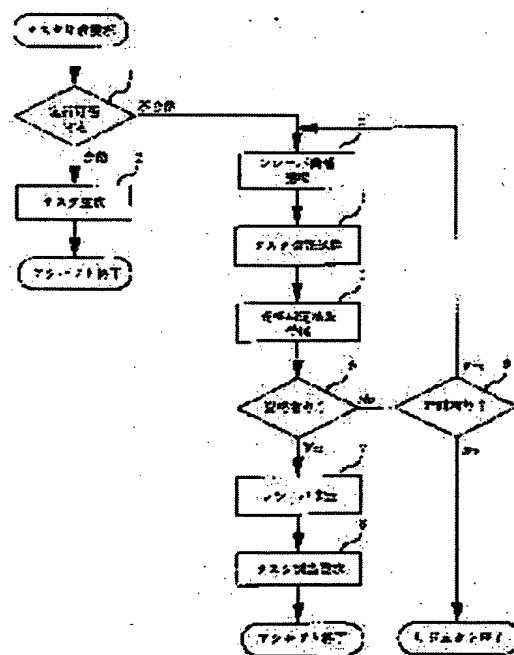
(72)Inventor : MIYAZAWA MINORU
 AOYAMA KAZUHIRO
 MATSUMOTO SATOSHI
 YAMAZAKI HIROMI
 YOSHIOKA HIDEAKI
 TAKANO HIROYUKI
 HANAZAWA TORU
 TAKAHASHI MASATO

(54) DYNAMIC LOAD DISTRIBUTION METHOD FOR PARALLEL COMPUTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the quantity of load to be required for dynamic load distribution and to improve the efficiency of processing by executing dynamic load distribution so as to request task allocation to another processor after judging that a certain processor can not process a request task newly generated in the processor itself.

SOLUTION: When a task generation request is generated in a certain processor, the processor executes practicability/impracticability judgement for the task based upon load information and task information (1). At the time of judging impracticability, the processor acts as a sender, the sender selects a processor having a processor number next to that of the sender itself as a receiver candidate (3) and transmits the task information to the receiver candidate. When the candidate has a margin, i.e., qualification (6), for processing the task at the time of receiving a qualification judgement result from the candidate, the candidate is determined as a receiver (7) and task allocation is requested to the receiver (8).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-237255

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/16	3 8 0		G 0 6 F 15/16	3 8 0 D
	4 3 0			4 3 0 B
9/46	3 6 0		9/46	3 6 0 F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平8-43518

(22) 出願日 平成8年(1996)2月29日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 宮沢 稔

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 青山 和弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 松本 聡

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

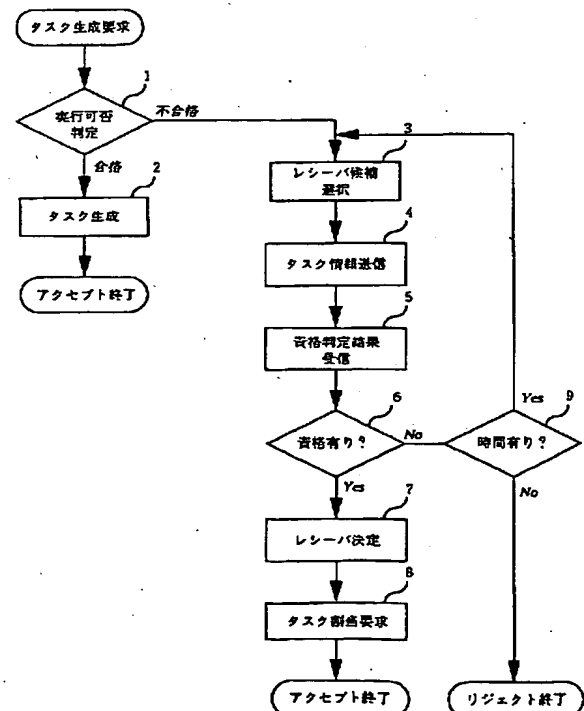
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 並列計算機における動的負荷分散方法

(57) 【要約】

【課題】 リアルタイムな並列計算機において、各プロセッサで発生した全てのタスクを定められたフレームタイム内で処理するような動的負荷分散を可能にする。

【解決手段】 システム内のあるプロセッサで新規タスク生成要求が発生した場合、該プロセッサ内で要求タスクを処理可能であるかを先に判定し、処理不可能であると判定したときに初めて他のプロセッサにタスク割当を依頼するようなネットワーク内での動的負荷分散が行われる。



3

的余裕がある場合にレシーバが有資格者リストに登録されているプロセッサの中から新たにレシーバを決定し、タスク処理代行を依頼することを特徴とする請求項2記載の並列計算機における動的負荷分散方法。

【請求項6】 レシーバ候補の資格判定時に判定結果が合格であるとなった場合に、レシーバ候補は生成要求のあるタスクを生成するのに必要なメモリやフレームタイム内での処理時間等のリソースを予め確保しておくことによって、実際に生成要求を受信した際に確実に該タスクの生成・実行を可能にすることを特徴とする請求項1記載の並列計算機における動的負荷分散方法。

【請求項7】 レシーバ候補の資格判定時に判定結果が合格であるとなった場合に、レシーバ候補は生成要求のあるタスクを生成するのに必要なメモリやフレームタイム内での処理時間等のリソースを予め確保しておくことによって、実際に生成要求を受信した際に確実に該タスクの生成・実行を可能にすることを特徴とする請求項2記載の並列計算機における動的負荷分散方法。

【請求項8】 レシーバ候補の資格判定時に判定結果が合格であったレシーバ候補のうち、実際にレシーバとして決定されたレシーバ候補以外のレシーバ候補のリソースの予約の解除をセンダが指示することにより、レシーバ以外のプロセッサのリソースを不必要に消費することを回避し、システム全体の処理効率の向上を可能にすることを特徴とする請求項7記載の並列計算機における動的負荷分散方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、リアルタイムな並列計算機において、各プロセッサで発生した全てのタスクを定められたフレームタイム内で処理することが可能になるような動的負荷分散を行う方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図17は従来の並列計算機装置を示すもので、複数のプロセッサ102～1mnがネットワーク101によって接続されている。システム内の全てのプロセッサが効率良く稼働するために、逐次発生するタスクをこれらのプロセッサに順次割り当てて分散処理を行う。各プロセッサは割り当てられたタスクの処理時間から負荷情報を生成する。

【0003】従来、このような並列計算機装置では各プロセッサは自身の負荷が重い状態で新たにタスクの生成要求が生じた場合、他のプロセッサの負荷情報を調べることによって最も負荷の軽いプロセッサを探して、該プロセッサに対して該タスクの割当を依頼するか、あるいは重い負荷のプロセッサが他のプロセッサを無作為に選び、選んだ該プロセッサの負荷情報を調べて自分より負荷が軽いかどうか判断し、相手プロセッサの方が負荷が軽かった場合に、該プロセッサに対して該タスクの割当

4

を依頼する等して、全てのプロセッサの負荷を平均化してシステム全体の効率を上げようとしていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の並列計算機装置においては、負荷の重いプロセッサがタスク割当を依頼するために最も負荷の軽いプロセッサを探すに当たり、相手のプロセッサの負荷情報を逐次調べて行かねばならないので場合によっては多くの時間を要することになり、無作為に相手を選ぶ方法では選定したプロセッサの負荷が自分の負荷より重く、そのために再度選定を重ねるなどで多くの時間を要したり、また相手のプロセッサの負荷が自分より軽くても余り差が無く、該タスクの割当に要した処理時間の方が多くて意味のない負荷分散を行ったりする場合があります。結果として動的負荷分散を行うための負荷が大きくなり、本来のアプリケーションタスクの処理効率が低下してしまうという課題があった。

【0005】この発明はかかる課題を解決するためになされたものであり、各プロセッサが定められたフレームタイム内に割り当てられたタスクを処理しなければならないリアルタイムマルチプロセッサシステムにおいて、システム内のあるプロセッサで新規生成要求タスクが発生した場合に、該プロセッサ内で要求タスクを処理可能であるかを先に判定し、処理不可能であると判明した場合にのみ該プロセッサはセンダとなり他のプロセッサにタスク割当を依頼すべく動的負荷分散を行う。これにより、常時負荷分散を試みなくて良いので不必要にプロセッサの負荷量が増加することを防ぐ。また、センダからタスク割当を依頼された各プロセッサにおいてそれぞれ該タスクの実行可否判定を行うことにより、センダ自身が自分以外のプロセッサの実行可否判定を行う必要が無く、結果としてセンダのレシーバ決定に要する負荷量を減らすことが出来る。以上により、システム全体として動的負荷分散に要する負荷量を減らし、処理効率の向上を目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の発明によるリアルタイムな並列計算機における動的負荷分散方法は、あるプロセッサにタスク生成要求が生じたとき、該プロセッサでの実行可否判定を行う手段と、判定の結果該タスクの処理実行が不可能であるとなった場合、該プロセッサがセンダとなり他プロセッサの中から該タスクの処理を代行するプロセッサの候補としてレシーバ候補を選定する手段と、レシーバ候補に対して該タスクに関する情報を送信する手段と、受信した該タスク情報を基にレシーバ候補がレシーバとしての資格があるかどうかを判定する手段と、判定結果をセンダに返信する手段と、レシーバ候補から不合格通知が届いた場合にセンダがフレームタイム終了までに時間的余裕がある限り新たなレシーバ候補の選択からやり直す手段と、合格通知が届いた場合

7

8

当のタイムスケジュールやメモリ使用状況等の負荷情報と、該タスクの所要メモリ量や所要処理時間等に関するタスク情報を基に該タスクの実行可否判定1を行う。現在時刻からフレームタイム終了時刻までの時間より該タスクの所要処理時間の方が長かったり、現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は実行不可能と判定され、そうでなければ実行可能と判定される。実行可能と判定された場合には該プロセッサにおいてタスク生成2を行い、実行を開始する。実行不可能と判定された場合には、該プロセッサはセンダとなり、他のプロセッサに対してタスク情報を放送10する。図4において、タスク情報を受信した各プロセッサは、該タスク情報と自身のタスクスケジューリングの結果得られた負荷情報を基にタスクの処理代行の資格があるかどうかを判定51し、判定結果を共有メモリへ書き込む52。現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は資格無しと判定され、そうでなければ資格有りとして判定される。図3において、センダは共有メモリを読み込み11、資格有りとして書き込んだ有資格者をひとつ検索12する。有資格者がある場合6は、該有資格者をレシーバに決定7し、該レシーバに対してタスク割当要求8を行う。資格者無し6であった場合には、フレームタイム終了までにタスクの処理や割当要求を行う時間的余裕があるとき9には共有メモリの読み込み11から再実行し、時間に余裕がないとき9には該タスクの生成要求をリジェクトする。

【0015】実施の形態3. 図5、6はこの発明の実施の形態3を示す処理フロー図である。図5はプロセッサにタスク生成要求が生じた場合の処理フロー図、図6はセンダにレシーバ候補として選定され、該タスクに関する情報を送信されたプロセッサの処理フロー図である。図5において、あるプロセッサにおいてタスク生成要求が生じた場合、該プロセッサはタスクスケジューリングの結果得られるフレームタイム終了までのタスク割当のタイムスケジュールやメモリ使用状況等の負荷情報と、該タスクの所要メモリ量や所要処理時間等に関するタスク情報を基に該タスクの実行可否判定1を行う。現在時刻からフレームタイム終了時刻までの時間より該タスクの所要処理時間の方が長かったり、現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は実行不可能と判定され、そうでなければ実行可能と判定される。実行可能と判定された場合には該プロセッサにおいてタスク生成2を行い、実行を開始する。実行不可能と判定された場合には、該プロセッサはセンダとなり、センダは自分の次のプロセッサ番号のプロセッサをレシーバ候補として選択3し、該レシーバ候補に対してタスク情報を送信4する。図6(a)において、タスク情報を

受信したレシーバ候補は、該タスク情報と自身のタスクスケジューリングの結果得られた負荷情報を基にタスクの処理代行の資格があるかどうかを判定51し、資格判定結果をセンダに返信する。現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は資格無しと判定され、そうでなければ資格有りとして判定される。図5において、レシーバ候補からの資格判定結果を受信5した結果、資格有り6であった場合は、そのレシーバ候補をレシーバに決定7し、タスク割当要求8を行う。図6(b)において、タスク割当要求を受信したレシーバは、自身の負荷情報と該タスクの情報を基にタスクの実行が可能であるか可否判定53を行い、可能であればタスクを生成54し、センダに対してアクセプト信号を送信55し、タスク割当要求を受け入れた旨を報告する。ネットワークにおいて遅延が発生した等の理由でレシーバがタスク割当要求を受信するのが遅れたため、その間にレシーバが他のプロセッサからの他のタスクの割当要求を受け付けてしまった等の理由で実行不可能と判定された場合は、センダに対してリジェクト信号を送信56する。図5において、センダはタスク割当要求を8を行った後、レシーバからの応答を待ち13、アクセプト信号が返ってきたときは負荷分散を終了し、リジェクト信号が返ってきたときは、フレームタイム終了までにタスクの処理や割当要求を行う時間的余裕がある場合14にはレシーバ候補の選択3から再実行し、時間に余裕がない場合14には該タスクの生成要求をリジェクトする。資格判定の結果、資格者無し6であった場合も同様に、時間に余裕がある場合9にはレシーバ候補の選択3から再実行し9、時間に余裕がない場合9には該タスクの生成要求をリジェクトする。

【0016】実施の形態4. 図7、8はこの発明の実施の形態4を示す処理フロー図である。図7はあるプロセッサにタスク生成要求が生じた場合の処理フロー図、図8はセンダにレシーバ候補として選定され、該タスクに関する情報を送信されたプロセッサの処理フロー図である。図7において、あるプロセッサにおいてタスク生成要求が生じた場合、該プロセッサはタスクスケジューリングの結果得られるフレームタイム終了までのタスク割当のタイムスケジュールやメモリ使用状況等の負荷情報と、該タスクの所要メモリ量や所要処理時間等に関するタスク情報を基に該タスクの実行可否判定1を行う。現在時刻からフレームタイム終了時刻までの時間より該タスクの所要処理時間の方が長かったり、現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は実行不可能と判定され、そうでなければ実行可能と判定される。実行可能と判定された場合には該プロセッサにおいてタスク生成2を行い、実行を開始する。実行不可能と判定された場合には、該プロセッサはセンダとな

のタスク割当のタイムスケジュールやメモリ使用状況等の負荷情報と、該タスクの所要メモリ量や所要処理時間等に関するタスク情報を基に該タスクの実行可否判定1を行う。現在時刻からフレームタイム終了時刻までの時間より該タスクの所要処理時間の方が長かったり、現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は実行不可能と判定され、そうでなければ実行可能と判定される。実行可能と判定された場合には該プロセッサにおいてタスク生成2を行い、実行を開始する。実行不可能と判定された場合には、該プロセッサはセンダとなり、センダは自分の次のプロセッサ番号のプロセッサをレシーバ候補として選択3し、該レシーバ候補に対してタスク情報を送信4する。図12(a)において、タスク情報を受信したレシーバ候補は、該タスク情報と自身のタスクスケジューリングの結果得られた負荷情報を基にタスクの処理代行の資格があるかどうかを判定51し、資格判定結果をセンダに返信する。現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は資格無しと判定され、そうでなければ資格有りとして判定される。この際、資格有りとして判定された場合59には、該レシーバ候補内でタスクの生成・実行に必要なだけのメモリやフレームタイム内での処理時間等のリソースを確保62し、実際にタスク割当要求があったときに確実に該タスクが実行できるようにする。図11において、レシーバ候補からの返信を受信5した結果、資格有り6であった場合は、そのレシーバ候補をレシーバに決定7し、タスク割当要求8を行う。図12(b)において、タスク割当要求を受信したレシーバは、該タスクの実行が可能であるか判定53を行い、可能であればタスクを生成54し、センダに対してアクセプト信号を送信55し、タスク割当要求を受け入れた旨を報告する。ネットワークにおいて遅延が発生した等の理由でレシーバがタスク割当要求を受信するのが遅れたため、その間にレシーバが他のプロセッサから他のタスクの割当要求を受け付けてしまった等の理由で実行不可能と判定された場合は、センダに対してリジェクト信号を送信56する。図11において、センダはタスク割当要求8を行った後、レシーバからの応答を待ち13、アクセプト信号が返ってきたときは負荷分散を終了し、リジェクト信号が返ってきたときは、フレームタイム終了までにタスクの処理や割当要求を行う時間的余裕がある場合14にはさらに次のプロセッサ番号のプロセッサを候補としてレシーバ候補の選択3から再実行し、時間に余裕がない場合14には該タスクの生成要求をリジェクトする。資格判定の結果、資格無しであった場合6も同様に、時間に余裕がある場合9にはレシーバ候補の選択3から再実行し、時間に余裕がない場合9には該タスクの生成要求をリジェクトする。

【0019】実施の形態7. 図13、14はこの発明の実施の形態7を示す処理フロー図である。図13はあるプロセッサにタスク生成要求が生じた場合の処理フロー図、図14はセンダにレシーバ候補として選定され、該タスクに関する情報を送信されたプロセッサの処理フロー図である。図13において、あるプロセッサにおいてタスク生成要求が生じた場合、該プロセッサはタスクスケジューリングの結果得られるフレームタイム終了までのタスク割当のタイムスケジュールやメモリ使用状況等の負荷情報と、該タスクの所要メモリ量や所要処理時間等に関するタスク情報を基に該タスクの実行可否判定1を行う。現在時刻からフレームタイム終了時刻までの時間より該タスクの所要処理時間の方が長かったり、現在時刻からフレームタイム終了時刻までに既に他のタスクが割り当てられているため該タスクの処理を行う余裕がない場合は実行不可能と判定され、そうでなければ実行可能と判定される。実行可能と判定された場合には該プロセッサにおいてタスク生成2を行い、実行を開始する。実行不可能と判定された場合には、該プロセッサはセンダとなり、他のプロセッサに対してタスク情報を放送10する。図14(a)において、タスク情報を受信した各プロセッサは、該タスク情報と自身のタスクスケジューリングの結果得られた負荷情報を基にタスクの処理代行の資格があるかどうかを判定51し、判定結果を共有メモリへ書き込む52。この際、資格有りとして判定された場合59には、該レシーバ候補内でタスクの生成・実行に必要なだけのメモリやフレームタイム内での処理時間等のリソースを確保62し、実際にタスク割当要求があったときに確実に該タスクが実行できるようにする。図13において、センダは共有メモリを読み込み11、資格有りとして書き込んだレシーバ候補をひとつ検索12する。有資格者がある場合6は、該レシーバ有資格者をレシーバに決定7し、レシーバに対してタスク割当要求8を行う。図14(b)において、タスク割当要求を受信したレシーバは、該タスクの実行が可能であるか判定53を行い、可能であればタスクを生成54し、センダに対してアクセプト信号を送信55し、タスク割当要求を受け入れた旨を報告する。ネットワークにおいて遅延が発生した等の理由でレシーバがタスク割当要求を受信するのが遅れたため、その間にレシーバが他のプロセッサから他のタスクの割当要求を受け付けてしまった等の理由で実行不可能と判定された場合は、センダに対してリジェクト信号を送信56する。図13において、センダはタスク割当要求8を行った後、レシーバからの応答を待ち13、アクセプト信号が返ってきたときは負荷分散を終了し、リジェクト信号が返ってきたときは、フレームタイム終了までにタスクの処理や割当要求を行う時間的余裕がある場合14には共有メモリの読み込み11から再実行し、時間に余裕がない場合14には該タスクの生成要求をリジェクトする。資格判定の結果、資格

15

【図10】 本発明による動的負荷分散方法の実施の形態5のレシーバ候補の処理を示すフロー図である。

【図11】 本発明による動的負荷分散方法の実施の形態6のセンダの処理を示すフロー図である。

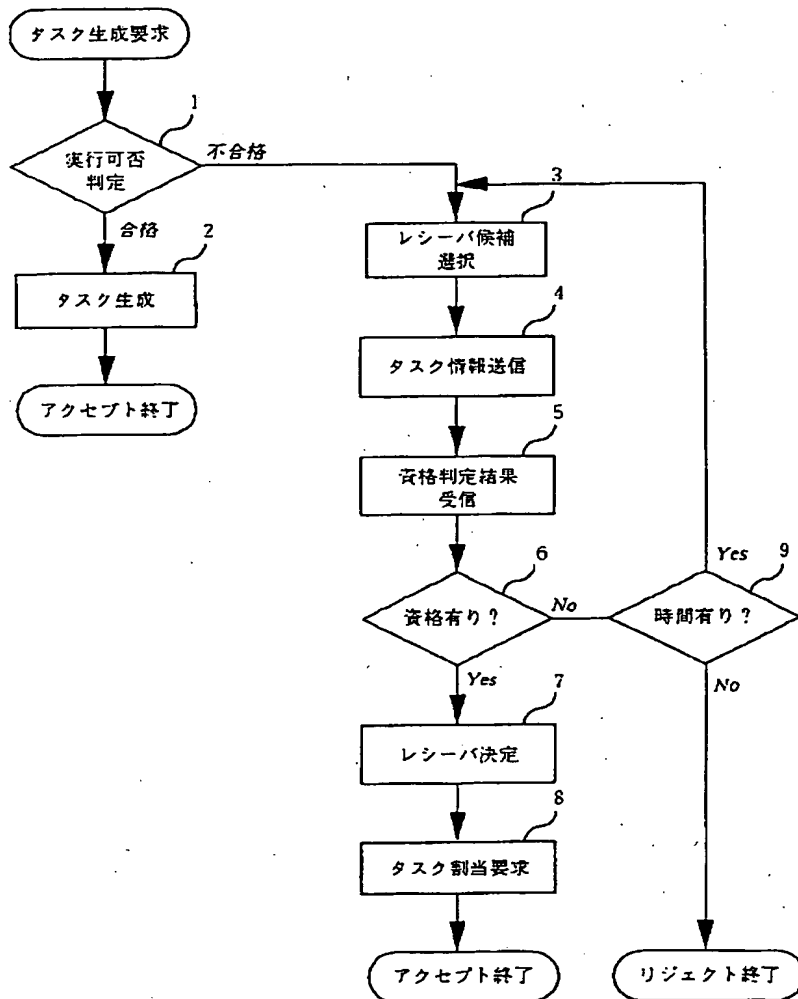
【図12】 本発明による動的負荷分散方法の実施の形態6のレシーバ候補の処理を示すフロー図である。

【図13】 本発明による動的負荷分散方法の実施の形態7のセンダの処理を示すフロー図である。

【図14】 本発明による動的負荷分散方法の実施の形態7のレシーバ候補の処理を示すフロー図である。

10

【図1】



16

【図15】 本発明による動的負荷分散方法の実施の形態8のセンダの処理を示すフロー図である。

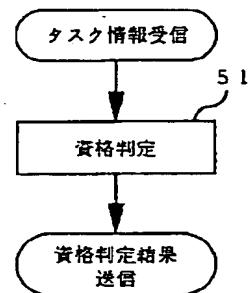
【図16】 本発明による動的負荷分散方法の実施の形態8のレシーバ候補の処理を示すフロー図である。

【図17】 従来の装置及び本発明にかかる並列計算機装置のネットワークを示す概略図である。

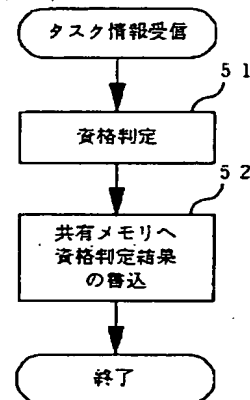
【符号の説明】

101 ネットワーク、102 プロセッサ、103 プロセッサ、1mn プロセッサ。

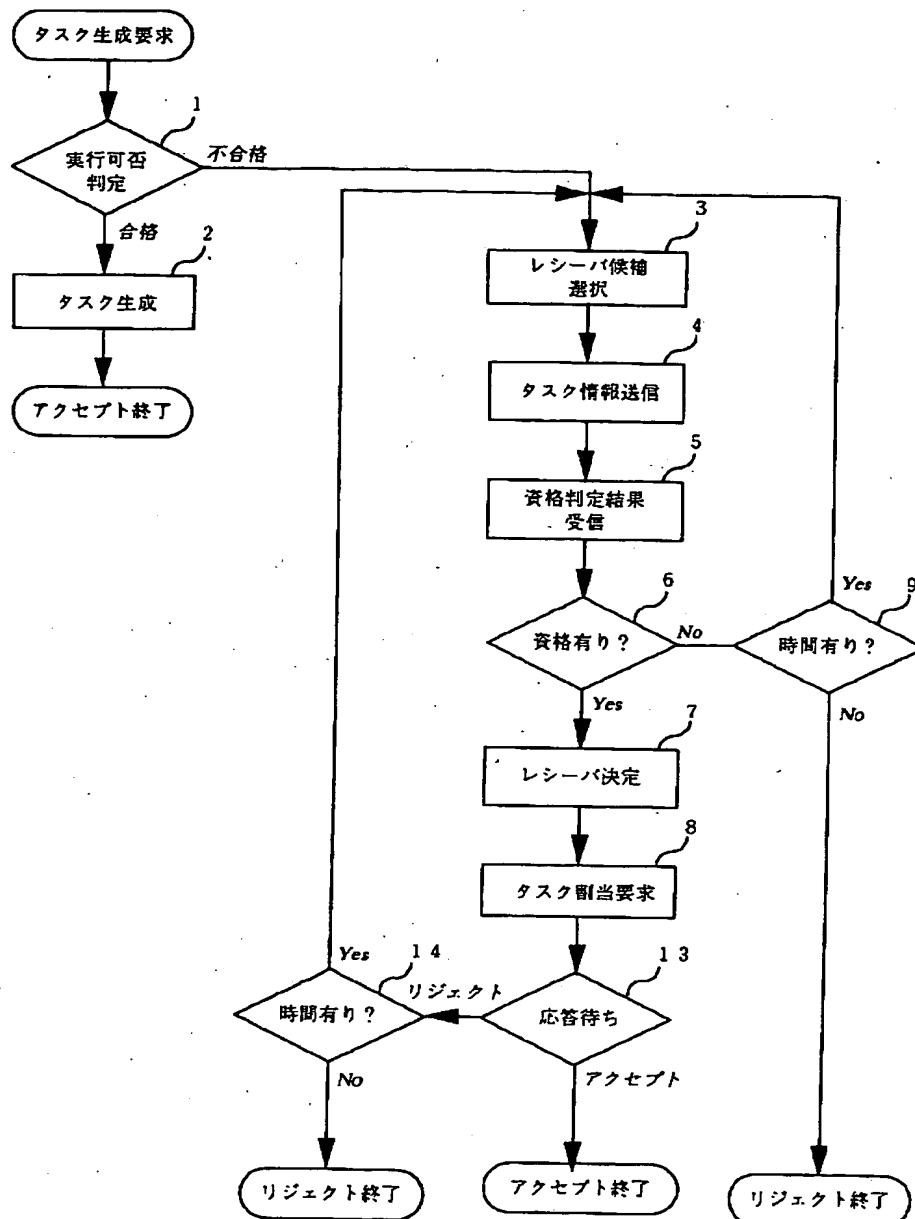
【図2】



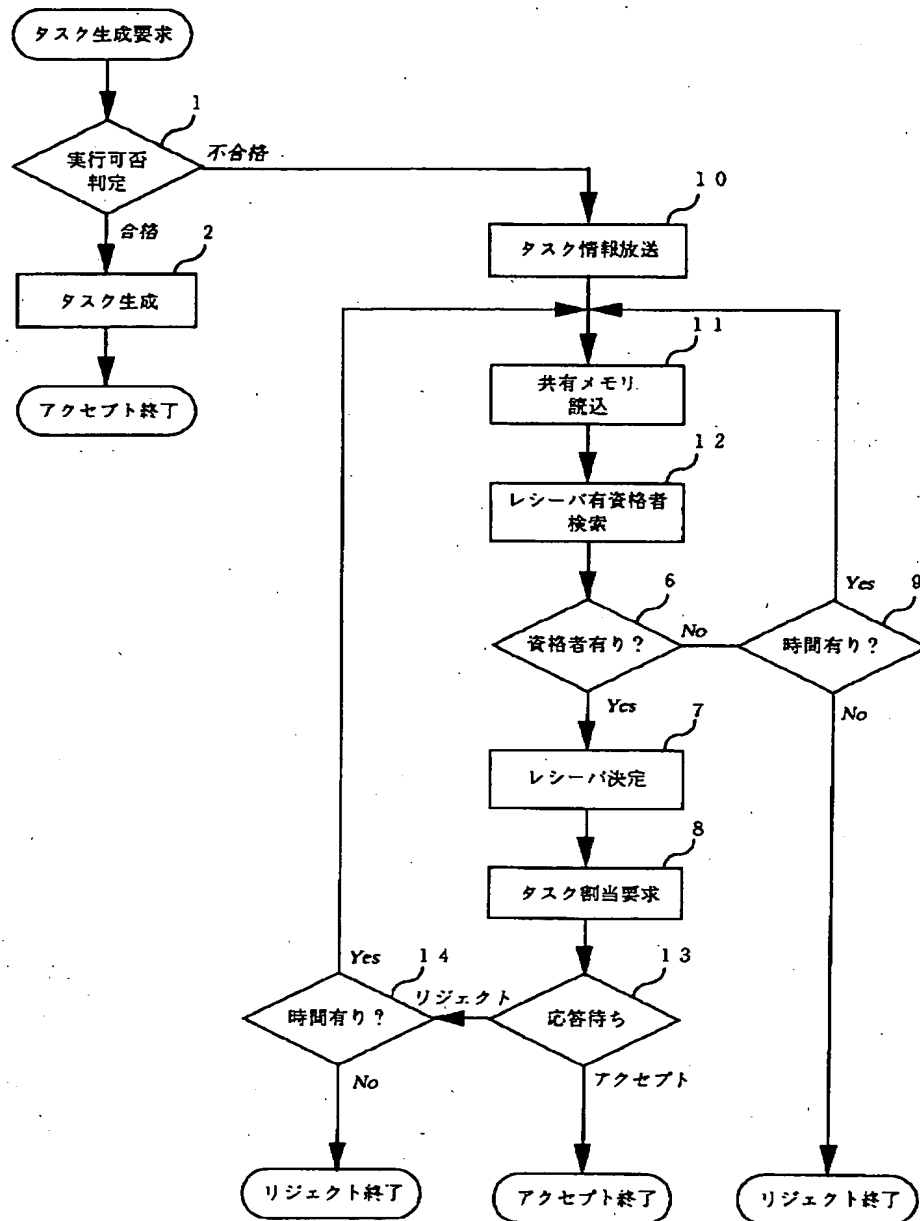
【図4】



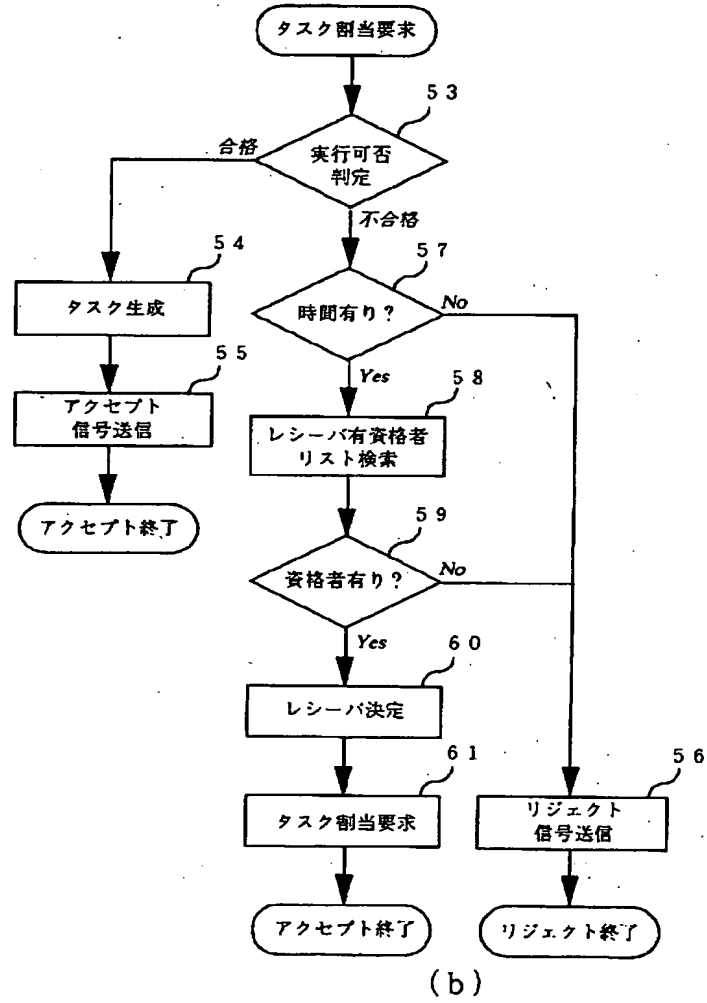
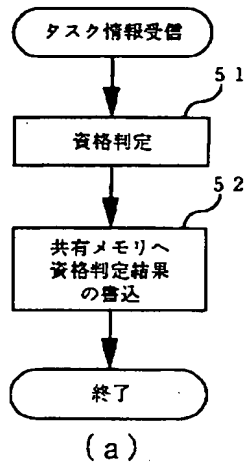
【 図5 】



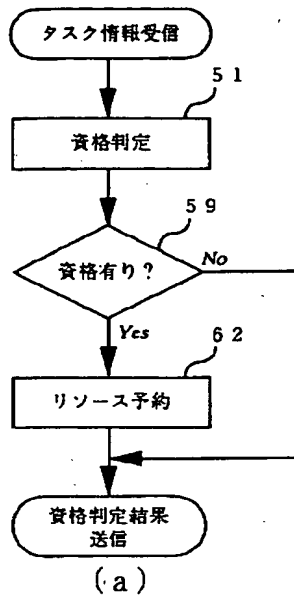
【 図7 】



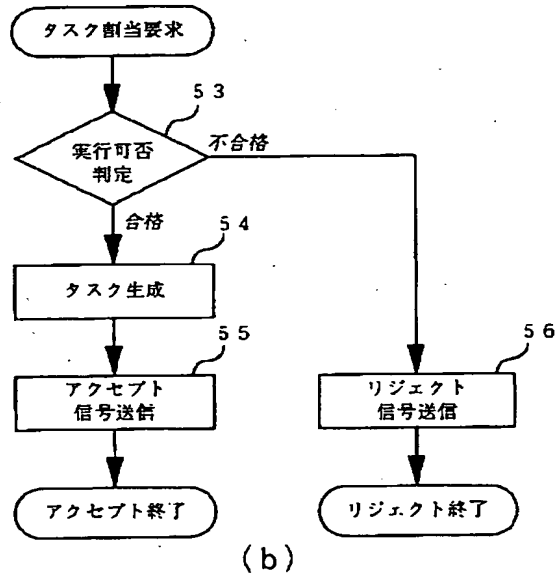
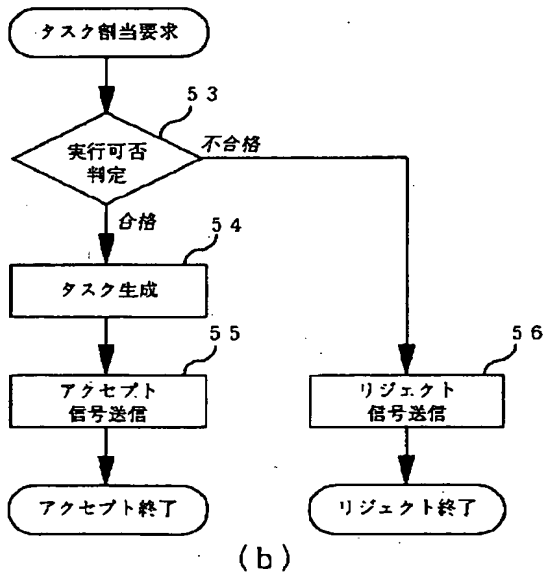
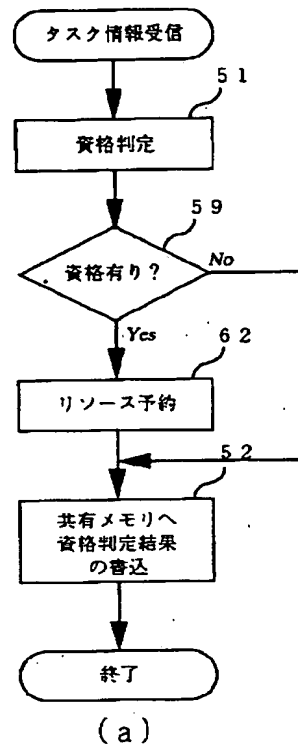
【 図10 】



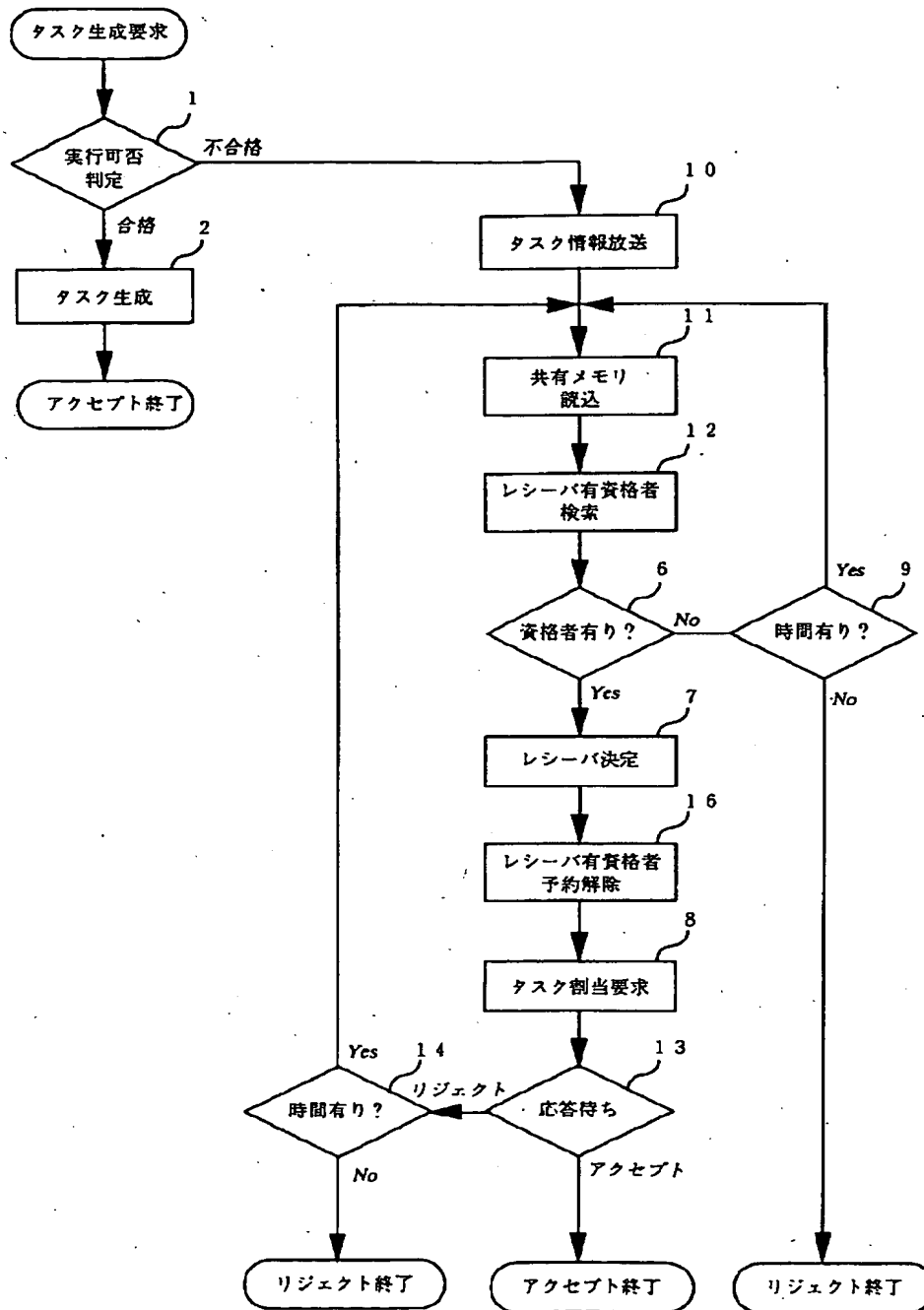
【 図12 】



【 図14 】



【 図15 】



(72)発明者 高野 博行
東京都千代田区丸の内二丁目2 番3 号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 花澤 徹
東京都千代田区丸の内二丁目2 番3 号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 ▲高▼橋 正人
東京都千代田区丸の内二丁目2 番3 号 三
菱電機株式会社内